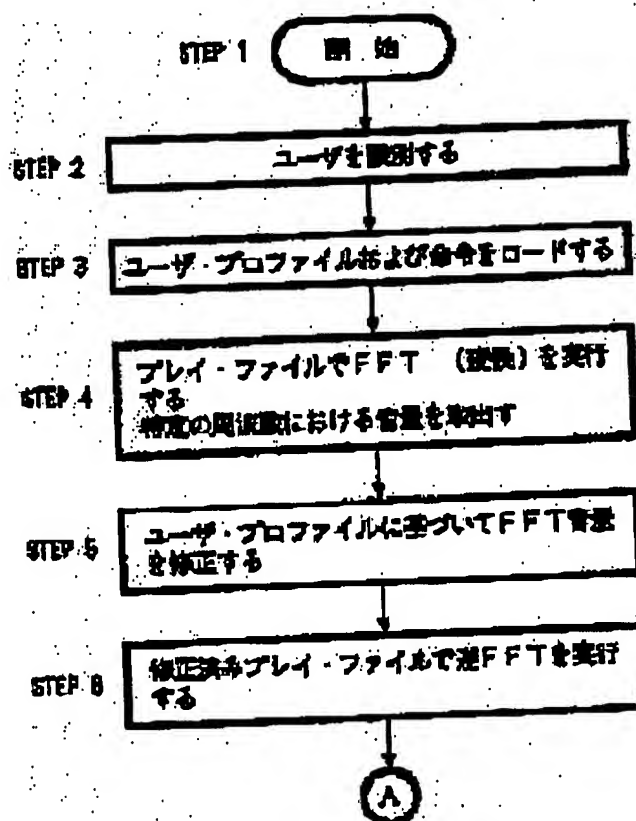


# TEST AND COMPENSATION FOR HEARING ACUITY OF MULTIMEDIA

**Patent number:** JP6175817  
**Publication date:** 1994-06-24  
**Inventor:** GUREGORII EDOWAADO BIAZU; JIEEMUZU AASAA  
 BURUUAA; POORU ROBAATO HABAAMEERU  
**Applicant:** IBM  
**Classification:**  
 - International: G06F3/16; G06F3/16  
 - european:  
**Application number:** JP19930221668 19930907  
**Priority number(s):** US19920958209 19921008

## Abstract of JP6175817

**PURPOSE:** To compensate the voice output of a multimedia system so as to effectively utilize all the effect of a multimedia program while allowing a user to easily distinguish a tone.  
**CONSTITUTION:** A system and method is used for detecting and compensating the hearing disorder of a testee. First, a hearing test generated by the multimedia system is given to the testee. Next, a voice frequency which is outputted from a multimedia computer system and in which the testee hearing acuity is recognized to be disabled through the use of the result of the hearing test is increased/reduced so as to properly compensate it. In the environment of a class room, the result of the hearing test can be used by the testee or a teacher.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-175817

(43) 公開日 平成6年(1994)6月24日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 3/16	3 3 0 H	7165-5B		
	3 4 0 X	7165-5B		

審査請求 有 請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平5-221688

(22) 出願日 平成5年(1993)9月7日

(31) 優先権主張番号 958209

(32) 優先日 1992年10月8日

(33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーンズ・コーポレーション  
INTERNATIONAL BUSINESS MACHINES CORPORATION  
アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州  
アーモンク (番地なし)

(72) 発明者 グレゴリー・エドワード・ピアズ  
アメリカ合衆国78758、テキサス州オースチン ノールパーク・ドライブ 11700

(74) 代理人 弁理士 合田 潔 (外3名)

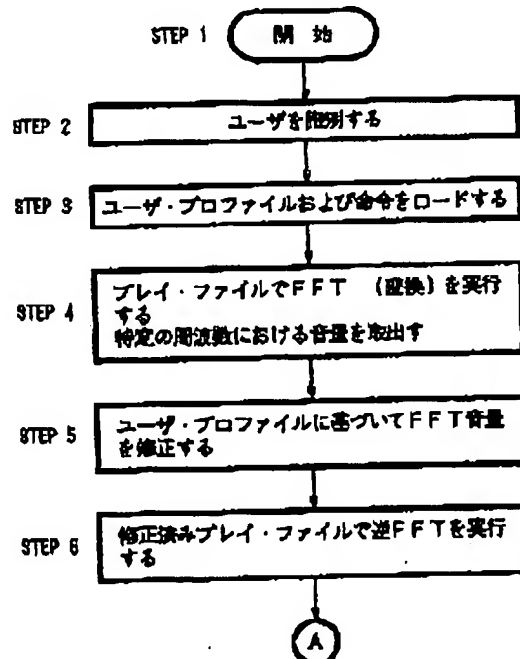
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチメディア聴力試験および補償

(57) 【要約】

【目的】 ユーザが、トーンを容易に区別し、マルチメディア・プログラムのすべての効果を活用できるように、マルチメディア・システムの音声出力を補償する。

【構成】 被験者の聴力障害を検出し補償するために、システムおよび方法が、用いられる。まず、被験者に、マルチメディア・システムで生成された聴力試験を施す。次に、聴力試験の結果を使用して、マルチメディア・コンピュータ・システムから出力される、被験者の聴力において障害があると認められた音声周波数を増減することによって適切な補償を行う。教室環境の場合、聴力試験の結果を被験者または教師が利用することもできる。



(2)

特開平6-175817

1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】コンピュータ・システムのユーザの聴力に基づいて、ユーザ・プロファイルを決定するステップと、

前記ユーザ・プロファイルに基づいて、前記コンピュータ・システムの音声出力を修正するステップと、  
前記ユーザに前記修正済み音声出力を提供するステップとを含むことを特徴とする、コンピュータ・システムの音声出力を修正する方法。

【請求項2】前記決定ステップが、  
前記ユーザに少なくとも1つのトーンを提供するステップと、

前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに聞こえる音量レベルであるとき、前記ユーザからの入力を受け取るステップと、

前記ユーザからの入力を受け取るまで、前記少なくとも1つのトーンの音量を増分するステップとを含むことを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項3】さらに、少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こえたときの音量レベルで前記少なくとも1つのトーンをセーブするステップと、

前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに聞こえたときの音量レベルに基づいてオフセット係数を算出するステップと、

複数のトーン範囲と、前記少なくとも1つのトーンがユーザに聞こえたときの対応する音量レベルと、前記複数のトーンに対応するオフセット係数とを含む、前記ユーザ・プロファイルを作成するステップとを含むことを特徴とする、請求項2に記載の方法。

【請求項4】コンピュータ・システムのユーザの聴力に基づいて、ユーザ・プロファイルを決定する手段と、  
前記ユーザ・プロファイルに基づいて、前記コンピュータ・システムの音声出力を修正する手段と、  
前記ユーザに前記修正済み音声出力を提供する手段とを備えることを特徴とする、コンピュータ・システムの音声出力を修正するためのシステム。

【請求項5】前記決定手段が、  
前記ユーザに少なくとも1つのトーンを提供する手段と、

前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに聞こえる音量レベルであるとき、前記ユーザからの入力を受け取る手段と、

前記ユーザからの入力を受け取るまで、前記少なくとも1つのトーンの音量を増分する手段とを備えることを特徴とする、請求項4に記載のシステム。

【請求項6】さらに、少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こえたときの音量レベルで前記少なくとも1つのトーンをセーブする手段と、

前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに初めて聞こえたときの音量レベルに基づいてオフセット係数を算出

2

する手段と、

複数のトーンと、前記少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こえたときの対応する音量レベルと、前記複数のトーンに対応するオフセット係数とを含む、前記ユーザ・プロファイルを作成する手段とを備えることを特徴とする、請求項5に記載のシステム。

【請求項7】コンピュータ・システムのユーザを試験して、ユーザの聴力に基づいて、ユーザ・プロファイルを決定する手段と、

10 前記ユーザ・プロファイルに基づいて、前記コンピュータ・システムの音声出力を修正する手段と、

前記ユーザに前記修正済み音声出力が提供されるようにする手段とを備えることを特徴とする、コンピュータ・システムの音声出力を修正することによってコンピュータ・システムを制御するための、コンピュータ読取り可能媒体上に格納されたコンピュータ・プログラム。

【請求項8】前記試験手段が、

前記ユーザに少なくとも1つのトーンが提供されるようにする手段と、

20 前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに聞こえる音量レベルであるとき、前記ユーザからの入力を受け取る手段と、

前記ユーザからの入力を受け取るまで、前記少なくとも1つのトーンの音量を増分する手段とを備えることを特徴とする、請求項7に記載のコンピュータ・プログラム。

【請求項9】さらに、少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こえたときの音量レベルで前記少なくとも1つのトーンをセーブする手段と、

30 前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに初めて聞こえたときの音量レベルに基づいてオフセット係数を算出する手段と、

複数のトーンと、前記少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こえたときの対応する音量レベルと、前記複数のトーンに対応するオフセット係数とを含む、前記ユーザ・プロファイルを作成する手段とを備えることを特徴とする、請求項8に記載のコンピュータ・プログラム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、一般的には、ユーザの聴力障害を識別し補正するマルチメディア・システムに関する。さらに詳細に言うと、ユーザに聴力試験を施してユーザが正常に聞き分けられないトーンを識別する。次に、ユーザの個々の聴力プロファイルに基づいてマルチメディア・システムの出力を補償する。

【0002】

【従来の技術】聴力、すなわち音声を区別する能力に障害のある人は多い。一般に、これらの障害には肉体的または医学的な原因があり、その結果、一定の範囲の音

(3)

特開平6-175817

3

を聞き分けることができなくなる。通常、聴力が完全に失われているのでないかぎり、サウンド・レベル（音量）を上げれば、これらの障害を補正することができる。したがって、数多くの人々が、耳に入れて音声を増幅させる補聴器を装着している。聴力は徐々に失われていくので、障害がかなり進行するまで聴力損失に気付かない場合が多い。幼い子供は、自分の聴力に障害があってもそれに気付かないことが多く、その結果、学校の成績が悪くなる可能性もある。このような子供は、特定の範囲の可聴周波数に対する聴力障害のために、教師の話すことを正常に聞き取れないことがある。

【0003】通常、騒音レベルが高い職場で働くことを希望する人には聴力試験が行われる。また、高年齢、事故などのために聴力損失が発生したときにも、聴力試験が行われる。これらの聴力試験を使用して、補聴器が必要かどうか、および補聴器をどのように設定すべきかが決定される。

【0004】たとえば、米国特許第3809811号および第4321427号は、聴力試験を行うための装置および方法を記載している。米国特許第4953112号は、補聴器のソフトウェア・モデルであって、やはり、補聴器自体は使用せずにユーザを様々な条件で試験する。米国特許第4768165号は、オーディオメータ・ファイルを制御して補聴器の補正を可能にするためのシステムである。同様に、米国特許第4489610号もコンピュータ化オーディオメータであり、試験データを分析し、被験者に必要な補正の量を表すプログラムを作成する。さらに、このプログラムを使って、受信した音声、一定の周波数帯内で増幅するように補聴器を設定する。すなわち、コンピュータ・プログラムを使って、受信した音声に対する補聴器の応答を調整する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】現在、マルチメディア・コンピュータ・システムは、教室、職業訓練など数多くの環境で使用されている。特に、教室環境では、試験を行い、生徒に聴力の障害があるかどうか、すなわち学習に支障をきたす可能性があるかどうかを判定できるマルチメディア・システムがあれば非常に好都合である。この情報を使用すれば、ある生徒を前列に座らせて話がよく聞こえるようにする必要があると、教師に知らせることができよう。また、試験によってソフトウェア・ユーザ・プロファイルを作成することができ、このソフトウェア・ユーザ・プロファイルを使用して、特定の生徒のプロファイルに従ってマルチメディア・プレゼンテーションの出力を補償し、完全なマルチメディア効果を得ることができるようになる。

【0006】

【課題を解決するための手段】従来の技術とは対照的に、本発明は、ユーザが、トーンを容易に区別し、マルチメディア・プログラムのすべての効果を活用できるよ

4

うに、マルチメディア・システムの音声出力を補償する。

【0007】被験者の聴力の問題を検出し補正するためのシステムおよび方法を使用する。まず、被験者に、マルチメディア・システムによって生成される聴力試験を施す。次に、聴力試験の結果を使って、被験者の聴力が低下していることが判明した可聴周波数を適切に増加する。また、教室環境の場合は、聴力試験の結果を被験者または教師が利用することもできる。

【0008】概括的に言えば、被験者は、1組のヘッドホンの左または右のチャンネル（左耳または右耳に対応する）にトーンを出力する聴力試験プログラムを極めて低い音量から始める。出力されるトーンは、全音声試験範囲を構成するが、被験者が次のトーンを予測できないように無作為に並べたリストから選択される。リストは、左右の耳用に1度ずつ、計2度使用することも、あるいはトーンを無作為に組み合わせる単一のリストを作成し、両耳用に使用することもできる。被験者は、キーボード、マウス・ボタン、タッチ・スクリーンなど、マルチメディア・システムに接続された入力装置を使ってトーンに回答する。トーンが出力された後所定の時間内（たとえば、1秒）にシステムが応答を受け取らない場合、音量がわずかに増加される。被験者が応答するまで、あるいは音量が最大レベルに達するまでこれを継続する。次に、特定のトーンについての試験結果がセーブされ、音量が最低レベルにリセットされる。その後、次のトーンが出力され、試験が完了するまでプロセスが継続される。

【0009】聴力試験が完了すると、試験された各周波数範囲のオフセット係数を提供するユーザ・プロファイルが作成される。通常、オフセット係数は、聴力障害を補償するために音量を増すという加算的な性質を有する。一定のトーンが被験者にとって不快であるために、トーンを減少しなければならず、オフセットが負になる場合もある。そのような場合は、ユーザ・プロファイルのオフセット係数を使って、マルチメディア・コンピュータ・システムの音声出力をリアルタイムで修正する。マルチメディア出力の修正によって、ユーザはプログラムを明確に聞き、理解し、経験することができる。

【0010】したがって、前述の本発明の概要に基づき、以後の説明および添付図面と併せて検討すれば、当業者には、本発明の目的、特徴、および利点が明らかになろう。

【0011】

【実施例】図1に、本発明と共に使用できる典型的なデータ処理システムを示す。中央演算処理装置（CPU）10は、インテル（Intel）X86プロセッサの1つとすることができる。CPU10は、システム・バス12によって他の各種の構成要素に相互接続される。読取り専用メモリ（ROM）16は、システム・バス12

(4)

特開平6-175817

5

を介してCPU10に接続され、基本コンピュータ機能を制御する基本入出力システム(BIOS)を含む。ランダム・アクセス・メモリ(RAM)14、入出力アダプタ18、および通信アダプタ34も、システム・バス12に相互接続される。入出力アダプタ18は、ディスク記憶装置20と通信する小型コンピュータ・システム・インタフェース(SCSI)アダプタとすることができ、通信アダプタ34は、システム・バス12を、データ処理システムがそのような他のデータ処理システムと通信できるようにする外部ネットワークと相互接続する。入出力装置も、ユーザ・インタフェース・アダプタ22およびディスプレイ・アダプタ36を介してシステム・バス12と接続される。キーボード23、トラック・ボール32、マウス26、およびスピーカ28はすべて、ユーザ・インタフェース・アダプタ22を介してシステム・バス12に相互接続される。ディスプレイ・モニタ38は、ディスプレイ・アダプタ36によってシステム・バス12に接続される。さらに、IBMから市販されているオーディオ変換アダプタ(MACPA)などのオーディオ・カード23をシステム・バス12に相互接続して、マイクロホン21を通じた音声入力やヘッドホン27への音声出力など他のシステム入出力が提供される。オーディオ・カード23によって、ユーザ・インタフェース・アダプタ22で提供される能力よりもはるかに大きな音声能力が得られることに留意されたい。たとえば、オーディオ・カード23は、ユーザ・インタフェース・アダプタ22によってスピーカ28を通じて生成される、ビープ音などのモノホニック・サウンドではなく、2チャンネル(ステレオ)入出力を提供する。さらに、オーディオ・カード23は、リアルタイム・アプリケーションにおけるデジタル化音声信号を処理できるデジタル信号プロセッサ(DSP)を含む。オーディオ・カード23については、後で図7を参照して詳細に説明する。

【0012】図2に、平均的な人の音の大きさの等しい聴力範囲のグラフを示す。周波数を、X軸に沿ってプロットし、音量または周波数をY軸に表してある。グラフでは、通常の聴力を持った人に関する音量が、周波数が約20Hzから最大約20KHzまで変化するにつれて変化することに留意されたい。音うまでもなく、様々な周波数のトーンに対する各個人の「標準」音量レベルはわずかに異なっているが、図2は、「平均的な」聴力範囲を作成するために実施された様々な聴力試験および研究を統計的にまとめたものを表している。

【0013】これとは対照的に、図3は、特定の周波数の一定のトーンに対して聴力障害がある人のグラフである。たとえば、図3のグラフの被験者は、約200Hzおよび1KHzで聴力障害を持つことに留意されたい。さらに具体的には、聴力のしきい値が、曲線上にプロットされた値の100%のときに(この例では、200Hz

6

zの場合も1KHzの場合も約35db)正常とみなされ、点Aは200Hzでの聴力障害を表し、点Bは1KHzでの障害を表すことに留意されたい。図3のグラフを作成するためにある人について行った聴力試験で、様々な周波数でその人の聴力が不足している、または強くなっている割合も求められる。簡単に言うと、試験では、特定の周波数であるトーン音量(デシベル単位)を入力し、そのトーンが聞こえたとユーザが反応するまで音量を増分していく。平均的な人には、(所与の周波数で)100%の音量に対してある割合(通常デシベル単位で表す)のとき信号音が聞こえることが知られている。たとえば、音量レベルが50dbになるまで被験者が反応せず、平均的な人なら40dbで反応することが知られている場合、10dbが、所与の周波数のトーンに関する聴力障害の量である。したがって、この音量障害に基づいて、聴力補償係数を求めることができる。聴力補償係数は、被験者に実際に聞こえたトーンの音量を、正常なユーザに聞こえる音量レベルで割ったデシベル比に等しい。すなわち、聴力係数=聞こえた音量/平均の音量である。デシベルが対数関数であり、実際の比率は、 $(10 \times \exp(\text{聞こえた音量}/20)) / (10 \times \exp(\text{正常な音量}/20))$  となることに留意されたい。この例では、試験で「正常な」聴力を持つとされた人では、聴力補償係数は3.16に等しい(ユーザが実際に反応した音量レベルを求めるには、この値に、平均的ユーザが応答する音量レベルを掛ける必要がある)。これらの聴力補償係数は1より大きな値となり、これに所与の入力周波数の音量レベルを掛けると、音量レベルをその特定の入力周波数の100%正常聴力に匹敵させるのに必要な量だけ音量が増加する。聴力障害を判定する方法について、図5および図6のフローチャートを参照しながら詳細に説明する。本発明は、様々な周波数での被験者の聴力障害の割合を求め、次いでマルチメディア・システムにおけるプレイ・ファイルのリアルタイム修正を行って、ユーザがマルチメディア・システムを十分に活用でき、聴力障害による制限を受けないようにするためのシステムおよび方法を提供する。

【0014】本発明のマルチメディア・システムでは、ユーザに正確な試験を提供するために1組の高品質なヘッドホンが必要である。したがって、図4の検出回路を聴力障害試験の初期ステップとして使用して、1組の適切なヘッドホン27をマルチメディア・システムに相互接続することができる。

【0015】特に、通常スピーカ出力を使用するマルチメディア・システムにヘッドホンを接続する際には問題がある。マルチメディア・システムでは、スピーカの代わりにヘッドホンを使用していることを示す標識がないことがある。このため、ヘッドホンに振幅の大きな信号が出力されて、音圧レベルが高くなる恐れがあるので、安全面で危険が発生する可能性もある。ヘッドホンの種

(5)

特開平6-175817

7

類が異なれば応答もそれぞれ異なる。すなわち、様々な周波数でタイプおよびブランドによって音の大きさが変わる可能性がある。このため、聴力試験を、ヘッドホンの特定の種類およびブランドに合わせて校正する必要がある。広く使用されているブランドのヘッドホン用の校正ファイルを作成し、それを本発明の一部として含めることが可能である。しかし、市販されているすべてのヘッドホン用の校正ファイルを作成することは不可能なので、本発明では、互換性のあるヘッドホンがマルチメディア・システムに接続されているかどうかを判定する試験機能を含めてある。したがって、マルチメディア・システム上のスピーカ出力駆動機構（R HoutおよびL Hout）は、高すぎて大部分のヘッドホンでは扱えない最大実効（RMS）電圧を提供すると判断された。この問題に対する解決法は、図4に示すヘッドホン・センサ回路である。このヘッドホン・センサ回路は、1組のヘッドホンが挿入されるとそれを検出し、各チャンネル用の増幅器から得られる最大電力出力を制限することによって自動的に音量を低下させる。

【0016】図4には、各チャンネル（左側および右側）用の2つの同一の回路が示されている。これらの回路を使って、モノホニック・ヘッドホンからステレオ・ヘッドホンを検出することができる。（それぞれ約18 k $\Omega$ ないし27 k $\Omega$ 、22 k $\Omega$ ないし33 k $\Omega$ の値を持つ）抵抗器R7およびR8と、（0.1  $\mu$ Fないし0.5  $\mu$ Fの範囲の）コンデンサC3を持つ共通源基準電圧回路100が示されている。このRC回路は、基準電位が3 Vであり、右チャンネル比較機構102および左チャンネル比較機構104上で負の入力に対してしきい値電圧レベルを設定するために使用される。比較機構102、104は、LM339モデルなど市販されているものである。右と左のチャンネル・ヘッドホン・コネクタは、それぞれ大時定数RC回路106および108を介して、右チャンネル比較機構102および左チャンネル比較機構104の正の入力に結合されている。大時定数RC回路106および108はフィルタとして機能し、音声信号が図4の検知回路を誤動作させるのを防止する。通常、ヘッドホンが検知回路に相互接続されないときは、正の比較機構入力電圧が（共通源基準電圧回路100によって提供される）基準電圧を上回ったままになり、したがって比較機構は、負のアクティブ信号Hsense（ヘッドホン検知）を出力して、高レベルを維持することができる。逆に、ヘッドホン・セットが検知回路に挿入され接続されると、比較機構102および104の正の入力における電圧が基準電圧より下がり、それによって比較機構102および104の出力（Hsense）も電圧降下に追従して低レベルになる。

【0017】さらに詳細には、ヘッドホン検知回路は、（電源と接地の間の）比較機構への正の入力において、電源と大地の中間にあるバイアス点を持つ。図4に示す

8

回路では、電源と大地の間、すなわち比較機構102、104の両端間に12 Vが存在し、したがってバイアス点は6 Vになる。このバイアス電圧は、検知回路に1組のヘッドホンが接続されていないときにそれを検出する手段をもたらす。なぜなら、比較機構に印加される電源電圧が中間点（たとえば6 V）に維持されるからである。しかし、ヘッドホンが接続されると、（ヘッドホンが存在しないときの開路状態とは対照的に）ヘッドホンの低インピーダンス（約600  $\Omega$ ）によって、比較機構の入力電圧が0.7 V以下に分割される。したがって、（ヘッドホンが存在するときに存在する）0.7 Vの入力電圧は（ヘッドホンが存在しないときに存在する）6 Vより低いので、Hsense信号が活動化され、ヘッドホンの存在が検出される。

【0018】図5および図6のフローチャートは、本発明でユーザの聴力障害を検出するために用いられるプロセス・ステップである。ステップ1でプロセスが開始し、ステップ2で、先に図4の回路に関して述べたように、ヘッドホンの有無を試験する。ステップ3で、試験システムがトーン・ファイル・アドレス・ポイントをゼロに設定する。すなわち、システムを有効に初期設定する。トーン・ファイルは、聴力試験を構成するトーンのリストであり、前述のように、右チャンネルまたは左チャンネルで出力され無作為に並べることができるトーンを含む。リストを（各チャンネルに1度ずつ）2度使用することも、両チャンネル用のトーンを組み合わせて単一の2チャンネル・リストを作成し、リスト上のトーンを1度だけ使用することもできる。ステップ4で、システムがファイル中の第1のトーン用の第1のアドレスを取り出す。次に、トーン・ファイルからトーンを受け取る。また、ステップ4で、受け取ったトーンの初期音量をゼロに設定する。次にトーンを、初期設定音量（ゼロ）に等しい音量で一方のチャンネルに出力する。この初期設定音量は、実際には（トーンが背景の騒音とはっきり分離されて聞こえる）騒音レベルの端部である。たとえば、信号対雑音（S/N）比が76 dbのシステムを使用しており、雑音レベルが10 dbないし30 dbである場合、雑音レベルの上側の範囲を補償するため、音量は30 dbから開始する。最初の音量30 dbにS/N比76 dbを加えると、音量が最大の106 dbになる。不快および苦痛のしきい値は通常、120 dbないし140 dbの範囲である。ステップ5で、本発明では、ユーザが反応するまで音量を2 dbずつ増分し続ける。たとえば、初期音量レベルを30 db、以後のレベルを32 db、34 db、36 db、...、106 db（最大）とする。すなわち、音量＝音量（初期）+2 dbとする。したがって、この例では、30 dbの初期音量レベルと106 dbの最終音量レベルを含めれば、ユーザ（被験者）の試験に使用できる異なる音量レベルが合計34存在する。したがって、図3から、グラフの点Bでのユー

9

ザの音量不足は、 $50\text{ dB} - 36\text{ dB} = 14\text{ dB}$ であることが分かる。同様に、点Aでの被験者の音量損失は、 $66\text{ dB} - 36\text{ dB} = 30\text{ dB}$ である。

【0019】さらに、本発明では、周波数、すなわちトーンを求める際の尺度としてデシベルを使用する。本発明の好ましい実施例では、トーンは3分の1オクターブごとに生成され、オクターブ開始周波数に2の立方根を掛けることによって算出される。したがって、トーン・リストに記憶されるトーンは、約31.25 Hzから20.159 KHzまでの範囲となる。このトーン選択方法を使用すると、上述のように、増分周波数で28種のトーンが生成される。28種のトーンを使用し（左耳と右耳に1度ずつ、合計で56のトーン）、各トーンを試験するのに30秒かかる想定すると（この時間は、ユーザ反応時間と、様々な音量レベルにトーンを増分するのに要する時間を含む）、試験は30分未満（約28分）で済む。もちろん、被験者が複数の周波数範囲で障害を持つ場合は、試験にこれより長い時間がかかる。同様に、被験者の聴力が極めて鋭く、通常の人には聞こえないレベルで反応する場合、試験はこれよりも短時間で終了することができる。この聴力試験の時間は、特に幼い子供を試験する際に非常に重要である。というのは、試験に時間がかかりすぎると、被験者の注意力と集中力が低下するからである。トーンを特定の音量で出力した後、システムは、使用中の入出力装置からの被験者の反応を約1秒（または他の適切な時間）待つ。ステップ6で、指定された時間内に被験者から応答を受け取ったかどうか判定し、受け取った場合はステップ7に進む。しかし、ユーザから応答を受け取らなかった場合、システムはステップ12に進み、音量レベルが最大レベルかどうか判定する。ステップ12で音量が最大でない判定された場合は、ステップ5に戻り、音量をさらに2 dB増分する。これらの反復ステップは、被験者から応答を受け取るか、あるいは音量が最大許容レベル、たとえば上の例では106 dBに達するまで続けられる。応答を受け取ったことがユーザ入力によって示される、トーン周波数およびそれに対応する音量がユーザ・プロフィールにセーブされる（ステップ7）。被験者にトーンが聞こえていないとステップ12で判定されたとき、ステップ13で、初期音量レベルでのトーン周波数がセーブされる。100%の音量のトーンで反応がない場合、ユーザにはその特定の試験周波数でトーンがまったく聞こえないことを示しており、本発明でマルチメディア・システムを補償してこの周波数範囲でユーザを支援することはできないことに留意されたい。ステップ7およびステップ13に続き、聴力試験プロセスで、現在試験中のトーンがトーン・ファイルの最後のトーンであるかどうかを判定する。最後のトーンである場合、ステップ9に進み、トーン周波数と音量レベルから成るユーザ・プロフィールが作成される。ユーザ・プロフィールには、ト

(6)

特開平6-175817

10

ン・ファイル中の（右チャンネルと左チャンネルの両方に出力される）各トーン用にトーンと音量の項目が1つあることに留意されたい。このユーザ聴力プロフィール・テーブルは、試験した各周波数範囲のオフセット係数を含む、テスト全体の累積データを含んでいる。たとえば、この範囲内の特定のトーンに対するユーザの聴力に障害がある場合、オフセット係数は正であり、この周波数用のプロフィールに含めるための加算係数が生成される。さらに具体的に言うと、前述の方法を使用すると、特定の周波数範囲に対する平均的反応が36 dBの音量レベルであり、ユーザが66 dBの音量レベルで反応する場合、前記の方程式を用いて、 $31.6$ の係数（すなわち、 $10 \exp 66/20$ を $10 \exp 36/20$ で割った値）に平均的ユーザなら反応するはずの音量レベルを掛けて、その周波数におけるユーザの聴力障害を補償しなければならない。ユーザ・プロフィールの作成後、ステップ11でプロセスが終了する。しかし、ステップ8で、試験中のトーンがトーン・ファイルの最後のトーンでないと判定された場合は、ステップ10で、トーン・アドレス・ポインタを増分して、ファイル中の次のトーンを試験し（新トーン・アドレス＝現トーン・アドレス+1、アドレス＝N+1）、聴力試験プロセスはステップ4に戻り、新しいトーンを取り出す。

【0020】図7は、ユーザの聴力障害を補償するようにマルチメディア・プレイ・ファイルを修正するために本発明のオーディオ・カード23上に含める必要がある構成要素を示すブロック図である。さらに具体的には、マルチメディア・オーディオ・カード上の左右のステレオ・チャンネル用の2つの同一の回路が示されている。両方の回路が同一の構成要素および同一の機能と同じ形で有することに留意されたい。したがって、1つの回路についてのみ詳細に説明する。当業者には、2つの回路203と203aが同一とみなせることは明らかであろう。さらに、回路203と203aの構成要素は同一の参照番号で示すことにする。ただし、右側のチャンネルを表す回路および構成要素には“a”を付加してある。

【0021】生音源の録音、処理、増幅などを行う際などのように、オーディオ・カードを使ってアナログ信号を処理する場合、ステレオ・マイクロホン21が左側回路203および右側回路203aにそれぞれアナログ音声信号を入力する。個々の信号はそれぞれ、アナログ・デジタル変換器（ADC）207および207aによって受け取られ、デジタル化音声信号に変換される。

【0022】本発明の好ましい実施例では、マルチメディア・プレイ・ファイル201の内容が、処理のためオーディオ・カード23に入力される。このプレイ・ファイルは、音楽、音声テキスト、またはマルチメディア・プレゼンテーションの一部であるその他のデジタル音声情報から構成することができる。特に、本発明では、教師から習った内容を補足するために、生徒が特定の質



(7)

特開平6-175817

11

間に客える必要のある、対話型音声教育プログラムを考えている。マルチメディア・プレイ・ファイル201が入力され、メモリ205および205aに格納される。これらのメモリは、RAMであり、デジタル・プレイ・ファイル情報を、処理する前に格納しておくためのバッファとして使用される。タイマ211および211aが存在しており、メモリからデジタル信号プロセッサ(DSP)219および219aへのプレイ・ファイル・データのロードを調整すると共に、音声処理の全体的な調整を行う。説明を簡単にするために、図6には、各チャンネルに1つずつ、2つのデジタル信号プロセッサが示してあることに留意されたい。しかし、当業者なら、単一のDSPで左右両方のチャンネル用の処理機能を提供することができ、この単一DSPの方法も本発明の範囲に含まれることを理解できよう。

【0023】追加のメモリ213および213aはRAMである。これらのメモリは、システムによってロードされ、本発明のシステムによって、聴力試験で得られたユーザ・プロファイル・データと、本発明を実施するためにDSP219にロードされる1組の命令を格納するために使用される。追加のメモリ213および213aは、プロファイル・データ用と命令用に別々のロード可能区域を備えた、たとえばチップなど単一のメモリ・ユニットでもよく、あるいは並列に接続された2つ(以上)の個別メモリでもよい。参照番号209および209aは、DSPで処理される音声データを出力すると共に、楽器またはその他の音声源からの入力を受け取ることができるインタフェースを表す。本発明では、楽器デジタル・インタフェース(MIDI)を使って、インタフェース209、209aを提供することもできる。

【0024】デジタル信号プロセッサ219および219aは本質的に、テキサス・インスツルメンツ社から市販されているモデルTMS320C51のような数値計算中心マイクロプロセッサである。これらのマイクロプロセッサは、プレイ・ファイルがプロファイル・データに従ってリアルタイムで修正できるように、比較的高速でなければならない。すなわち、DSPに入力されるプレイ・ファイル・データは、DSPから出力されるデータと等しくなければならない。等しくない場合は遅延が発生し、マルチメディア環境では、ユーザにはディスプレイ・スクリーン上で出力は見えるが、一定の時間が経過するまで対応する音声データは聞こえないようになる。マルチメディア環境では、ビデオ出力と対応する音声出力の間のいかなる種類の遅延も受け入れられないことに留意されたい。

【0025】本発明は、DSPの通常の動作を制御する1組の命令に追加された命令によってDSPの動作を制御する、ソフトウェアで実施することができる。これらの追加の命令によって提供される機能には、高速フーリエ変換機能(FFT)221および221a、プレイ・

12

ファイル223および223aの修正機能、ならびに逆フーリエ変換演算225および225aがある。これらの機能を、図6に、実施される順に示す。動作時には、メモリ213からの命令が、DSPにプレイ・ファイル・データに対してFFTを実行するよう指令する。基本的に、FFT演算は、音声データを、より複雑な信号を構成する成分周波数に分解し、プレイ・ファイルの音声データ中に存在する周波数(トーン)のリストを作成する。さらに、FFTリストは、各トーンの音量を含む(図8)。すなわち、FFTは、プレイ・ファイル201に含まれ、メモリ203および203aに記憶されている各トーンの周波数および大きさのリストを提供する。FFT演算は本質的に、プレイ・ファイルのサンプルを周波数定義域データに変換するものであることに留意されたい。本発明では、プレイ・ファイル・データを周波数成分に変換する他の方法も考えられている。たとえば、小波(ウェーブレット)を使用して周波数成分を取り出す方法は良好な結果を示すことが分かっている。この方法は、本発明のもう1つの好ましい実施例である。

【0026】プレイ・ファイル・データ用のFFTが生成されると、本発明では、ユーザの聴力障害を補償するようにデータを修正する(図8および図9)。上述のように、メモリ213中のプロファイル・データは、ユーザの聴力に障害がある各トーンでの増倍係数を含んでいる。次いで、DSPは、障害が存在する特定の周波数で出力される音量を増減することによって、聴力損失を補償する。音い換えると、聴力障害が存在するトーンの音量が、上記で図5および図6に関して説明した聴力試験時に決定される加算係数と等しい量だけ増幅される。

【0027】次に、最初のFFTを逆にし、データを正常な時間ベースのフォーマットに戻すため、プレイ・ファイルに対して逆フーリエ変換演算が実行される。これで、修正されたプレイ・データが出力できるようになり、ユーザの聴力に障害があるトーンに対応する音声レベルがDSPによって増加、すなわち増幅される。このFFT演算221、修正機能223、および逆フーリエ変換演算225はリアルタイムで実施される。すなわち、これらの機能はすべて、プレイ・ファイル内の異なるトーンに同時に作用する。したがって、ユーザは音声出力が修正されていることを認識しない。ただし、被験者はマルチメディア音声プレゼンテーション(プレイ・ファイル)をよりはっきりと聞き取ることができるようになる。

【0028】プレイ・ファイル・データは、修正され、FFTリストから再び標準のデジタル・フォーマットに変換された後、デジタル・アナログ変換器215および215aに入力される。デジタル・アナログ変換器215は、修正済みデジタル・プレイ・ファイルをアナログ信号に変換し、その後、アナログ信号がヘッド



13

ホン27を通じて被験者に聞こえるようになる。

【0029】図8および図9は、本発明でマルチメディア・プレイ・ファイル201を修正するために使用するプロセスを表すフローチャートである。上述のように、このプロセスは、ソフトウェアで実施され、デジタル・プレイ・ファイル・データがデジタル・アナログ変換器215に出力される直前に実行される。修正プロセスで、出力データの周波数範囲を決定し、ユーザ・プロフィール・テーブルから増倍係数を見つける。次に、聴力補償プロセスで、必要に応じて、試験中の各音声範囲の音声を適切な量だけ修正する。図7に示し、かつ上述したように、このプロセスは左右のチャンネルに対して同時に作用することができる。一般に、このプロセスでは、入力周波数データを直接スケールしてから出力用の時間定域域に変換するか、あるいは入力時間定域域信号を各試験周波数範囲に帯域通過させ、帯域通過出力を被験者プロフィール・テーブルに従ってオフセットまたはスケールしてから、異なる周波数範囲を出力のため再び組み合わせあるいは混合する。

【0030】ステップ1で、プロセスが開始し、ステップ2でユーザを識別する。次に、ステップ3で、ユーザ・プロフィール・データおよび命令をRAM213からDSP219にロードする。次に、ステップ4で、プレイ・ファイル・データに対してFFT演算が実行され、特定の周波数における音量が取り出される。ステップ5で、被験者プロフィール・データに従って特定の周波数における音量が修正される。たとえば、被験者が、4.0 KHzから5.04 KHzまでの可聴周波数範囲で、音量が40 dbになるまで反応しなかったものとする。このトーンにおけるユーザの正常な反応は、音量が10 dbになったときに起こる（この音量は、トーンの周波数に応じて変わる）。したがって、この範囲のオフセットまたは加算係数は、20 db（30 db - 10 db）に（以前に算出した）31.6を掛けた値となり、この特定のユーザのこの特定の範囲における音量は、正常なユーザの音量に31.6を掛けた音量レベルに基づいて決まる。被験者が「正常に」反応する、すなわち統計的に「正常」とみなされる音量レベルでユーザが反応する周波数範囲は、加算係数がゼロになる（あるいは、増倍係数が1になる）ので、変更されずに、オーディオ・カード23と回路203および203aを通過する。

【0031】ステップ6で、修正されたトーンと、ユーザが正常に反応した無修正のトーンを含むプレイ・ファイルに対して逆フーリエ変換演算を実行し、データをデジタル音声フォーマットに戻す。次に、ステップ7で、DAC215によって、修正済みのプレイ・ファイル・データをデジタル・データからアナログ・データに変換する。本発明の聴力障害補償プロセスは基本的にこの点で完了し、アナログ形式の修正済みプレイ・ファイルがDAC215からヘッドホン27に送られる（ス

(8)

特開平6-175817

14

テップ8）。次に、プロセスはステップ9に進み、終了する。

【0032】図5、図6、図8、および図9に示したプロセスによって記述される本発明は、ソフトウェアで実施し、図1のディスク記憶装置20などのコンピュータ読取り可能媒体上に格納できることに留意されたい。当業者には、ディスク記憶装置20にハード・ドライブ、テープ、フロッピー・ディスク・ドライブなどが含まれることが理解されよう。さらに、本発明は、やはり図1に示し、上記で説明したRAM14、ROM16に収めることもできる。

【0033】図10は、FFTを実行した後、本発明による修正を実行する前のオーディオ・プレイ・ファイル・データを表すグラフである。具体的には、プレイ・ファイルにおけるトーンの周波数範囲を縦軸に示し（50 Hz、200 Hz、1 KHz、10 KHz、15 KHz、20 KHzの周波数を例示してある）、各周波数における音量を、その特定の周波数から右に伸びる線で表してある。線の長さは音量に比例し、たとえば線が長くなればなるほど音量レベルが大きくなる。この例では、ユーザの聴力は50 Hz、200 Hz、1 KHz、10 KHz、15 KHzで障害があると判定されているものとする。さらに、上述のように、本発明の聴力試験によって、これらの周波数の各々に対応する加算係数が求められている。図11は、本発明によってプレイ・ファイル・データを修正した後の同様なグラフである。さらに具体的に言えば、参照符号“AF”で示すように、上述の周波数における音量が増加されて、被験者の聴力障害が補償されている。この補償に続き、上述のように、プレイ・ファイル・データがFFTフォーマットから変換され、ヘッドホンを通じて被験者に出力される。

【0034】いくつかの好ましい実施例を示し説明したが、本発明の範囲から逸脱することなく多数の変更を加えることができることが理解されよう。

【0035】以下、本発明の実施態様を示す。

(1) コンピュータ・システムのユーザの聴力に基づいて、ユーザ・プロフィールを決定するステップと、前記ユーザ・プロフィールに基づいて、前記コンピュータ・システムの音声出力を修正するステップと、前記ユーザに前記修正済み音声出力を提供するステップとを含むことを特徴とする、コンピュータ・システムの音声出力を修正する方法。

(2) 前記決定ステップが、前記ユーザに少なくとも1つのトーンを提供するステップと、前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに聞こえる音量レベルであるとき、前記ユーザからの入力を受け取るステップと、前記ユーザからの入力を受け取るまで、前記少なくとも1つのトーンの音量を増分するステップとを含むことを特徴とする、(1)に記載の方法。

(3) さらに、少なくとも1つのトーンがユーザに初め

(9)

特開平6-175817

15

て聞こえたときの音量レベルで前記少なくとも1つのトーンをセーブするステップと、前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに聞こえたときの音量レベルに基づいてオフセット係数を算出するステップと、複数のトーン範囲と、前記少なくとも1つのトーンがユーザに聞こえたときの対応する音量レベルと、前記複数のトーンに対応するオフセット係数とを含む、前記ユーザ・プロファイルを作成するステップとを含むことを特徴とする、

(2)に記載の方法。

(4) 前記修正ステップが、前記ユーザ・プロファイル  
10 を前記コンピュータ・システム上に格納するステップと、少なくとも1つのオーディオ・プレイ・ファイルを前記コンピュータ・システム上に格納するステップと、前記プレイ・ファイル内のオーディオ・トーンを音量および対応する周波数に変換するステップと、前記ユーザ・プロファイルに従って、前記音量を前記オフセット係数によって調整して、修正済みの音量を含むプレイ・ファイルを作成するステップとを含むことを特徴とする、

(3)に記載の方法。

(5) 前記提供ステップが、修正済みオーディオ・トーン  
20 の前記修正済み音量を変換するステップと、前記プレイ・ファイルに前記修正済みオーディオ・トーンを格納して、修正済みプレイ・ファイルを作成するステップと、前記ユーザ向けに前記修正済みプレイ・ファイルを出力するステップとを含むことを特徴とする、(4)に記載の方法。

(6) ユーザ・プロファイルを決定する前記ステップが、前記コンピュータ・システムにヘッドホンが存在するかどうかを試験するステップを含むことを特徴とする、(5)に記載の方法。

(7) コンピュータ・システムのユーザの聴力に基づいて、ユーザ・プロファイルを決定する手段と、前記ユーザ・プロファイルに基づいて、前記コンピュータ・システムの音声出力を修正する手段と、前記ユーザに前記修正済み音声出力を提供する手段とを備えることを特徴とする、コンピュータ・システムの音声出力を修正するためのシステム。

(8) 前記決定手段が、前記ユーザに少なくとも1つのトーンを提供する手段と、前記少なくとも1つのトーン  
40 が前記ユーザに聞こえる音量レベルであるとき、前記ユーザからの入力を受け取る手段と、前記ユーザからの入力を受け取るまで、前記少なくとも1つのトーンの音量を増分する手段とを備えることを特徴とする、(7)に記載のシステム。

(9) さらに、少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こえたときの音量レベルで前記少なくとも1つのトーンをセーブする手段と、前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに初めて聞こえたときの音量レベルに基づいてオフセット係数を算出する手段と、複数のトーンと、前記少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こ  
50 えたときの対応する音量レベルと、前記複数のトーンに対応するオフセット係数とを含む、前記ユーザ・プロファイルを作成する手段とを備えることを特徴とする、

16

えたときの対応する音量レベルと、前記複数のトーンに対応するオフセット係数とを含む、前記ユーザ・プロファイルを作成する手段とを備えることを特徴とする、

(8)に記載のシステム。

(10) 前記修正手段が、前記ユーザ・プロファイル  
を前記コンピュータ・システム上に格納する手段と、少なくとも1つのオーディオ・プレイ・ファイルを前記コンピュータ・システム上に格納する手段と、前記プレイ・ファイル内のオーディオ・トーンを音量および対応する周波数に変換する手段と、前記ユーザ・プロファイルに従って、前記音量を前記オフセット係数に基づいて調整して、修正済みの音量を含むプレイ・ファイルを作成する手段とを備えることを特徴とする、(9)に記載のシステム。

(11) 前記提供手段が、修正済みオーディオ・トーン  
の前記修正済み音量を変換する手段と、前記プレイ・ファイルに前記修正済みオーディオ・トーンを格納して、修正済みプレイ・ファイルを作成する手段と、前記ユーザ向けに前記修正済みプレイ・ファイルを出力する手段とを備えることを特徴とする、(10)に記載のシステム。

(12) ユーザ・プロファイルを決定する前記手段が、前記コンピュータ・システムにヘッドホンが存在するかどうかを試験する手段を備えることを特徴とする、(11)に記載のシステム。

(13) コンピュータ・システムのユーザを試験して、ユーザの聴力に基づいて、ユーザ・プロファイルを決定する手段と、前記ユーザ・プロファイルに基づいて、前記コンピュータ・システムの音声出力を修正する手段と、前記ユーザに前記修正済み音声出力が提供されるようにする手段とを備えることを特徴とする、コンピュータ・システムの音声出力を修正することによってコンピュータ・システムを制御するための、コンピュータ読取り可能媒体上に格納されたコンピュータ・プログラム。

(14) 前記試験手段が、前記ユーザに少なくとも1つのトーンが提供されるようにする手段と、前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに聞こえる音量レベルであるとき、前記ユーザからの入力を受け取る手段と、前記ユーザからの入力を受け取るまで、前記少なくとも1つのトーンの音量を増分する手段とを備えることを特徴とする、(13)に記載のコンピュータ・プログラム。

(15) さらに、少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こえたときの音量レベルで前記少なくとも1つのトーンをセーブする手段と、前記少なくとも1つのトーンが前記ユーザに初めて聞こえたときの音量レベルに基づいてオフセット係数を算出する手段と、複数のトーンと、前記少なくとも1つのトーンがユーザに初めて聞こえたときの対応する音量レベルと、前記複数のトーンに対応するオフセット係数とを含む、前記ユーザ・プロファイルを作成する手段とを備えることを特徴とする、

(10)

特開平6-175817

17

(14)に記載のコンピュータ・プログラム。

(16) 前記修正手段が、前記ユーザ・プロファイルを前記コンピュータ・システム上に格納させる手段と、少なくとも1つのオーディオ・プレイ・ファイルを前記コンピュータ・システム上に格納させる手段と、前記プレイ・ファイル内のオーディオ・トーンを音量および対応する周波数に変換する手段と、前記ユーザ・プロファイルに従って、前記音量を前記オフセット係数によって調整して、修正済みの音量を含むプレイ・ファイルを作成する手段とを備えることを特徴とする、(15)に記載のコンピュータ・プログラム。

(17) 前記音声出力が前記ユーザに提供されるようにする前記手段が、修正済みオーディオ・トーンの前記修正済み音量を変換する手段と、前記プレイ・ファイルに前記修正済みオーディオ・トーンを格納するよう指令して、修正済みプレイ・ファイルを作成させる手段と、前記ユーザ向けに前記修正済みプレイ・ファイルを出力する手段とを備えることを特徴とする、(16)に記載のコンピュータ・プログラム。

【0036】

【発明の効果】したがって、本発明は、被験者の聴力障害に基づいてマルチメディア・システムの出力を補償し、ユーザがマルチメディア・プレゼンテーションを楽しむ理解するのを助けるための特に有用な装置および方法であることがわかるであろう。本発明は、教育、訓練、および多数のマルチメディア環境に適用できる。本発明の聴力試験はまた、学習に支障をきたす可能性のある聴力障害が学童にあるかどうかを判定するうえで極めて効果的である。

【図面の簡単な説明】

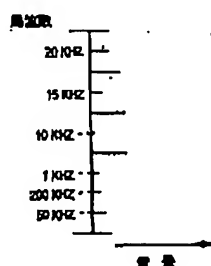
【図1】本発明を利用できるコンピュータ・システムのブロック図である。

【図2】平均的な人の音の大きさの等しい聴力周波数範囲と音量の関係を示すグラフである。

【図3】図2と類似の、約200Hzおよび1KHzで聴力障害を有する人の聴力のグラフである。

【図4】1組のヘッドホンの存在を検知する回路の概略

【図10】



18

図である。

【図5】ユーザの聴力障害がある場合にそのすべてを格納したユーザ・プロファイルを作成するプロセスを表すフローチャートである。

【図6】ユーザの聴力障害がある場合にそのすべてを格納したユーザ・プロファイルを作成するプロセスを表すフローチャートである。

【図7】ユーザ・プロファイルに存在する聴力障害を補償するために本発明に従って修正されたオーディオ・カードである。

【図8】本発明でユーザ・プロファイルに従ってマルチメディア・オーディオ・ファイルを修正するためのプロセスを表すフローチャートである。

【図9】本発明でユーザ・プロファイルに従ってマルチメディア・オーディオ・ファイルを修正するためのプロセスを表すフローチャートである。

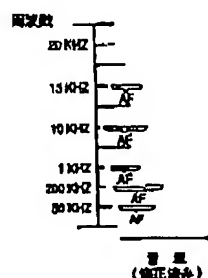
【図10】聴力試験の結果から得たユーザ・プロファイルを示すグラフである。

【図11】本発明に従ってユーザの聴力障害を補正した後の修正済み聴力プロファイルを示すグラフである。

【符号の説明】

- 21 マイクロホン
- 22 ユーザ・インタフェース・アダプタ
- 23 オーディオ・カード
- 27 ヘッドホン
- 28 スピーカ
- 100 共通基準電圧回路
- R7 抵抗器
- C コンデンサ
- 102 比較機構
- 106 大時定数RC回路
- 207 アナログ・デジタル変換器
- 201 マルチメディア・プレイ・ファイル
- 211 タイマ
- 219 DSP
- 221 高速フーリエ変換機構
- 225 逆フーリエ変換演算

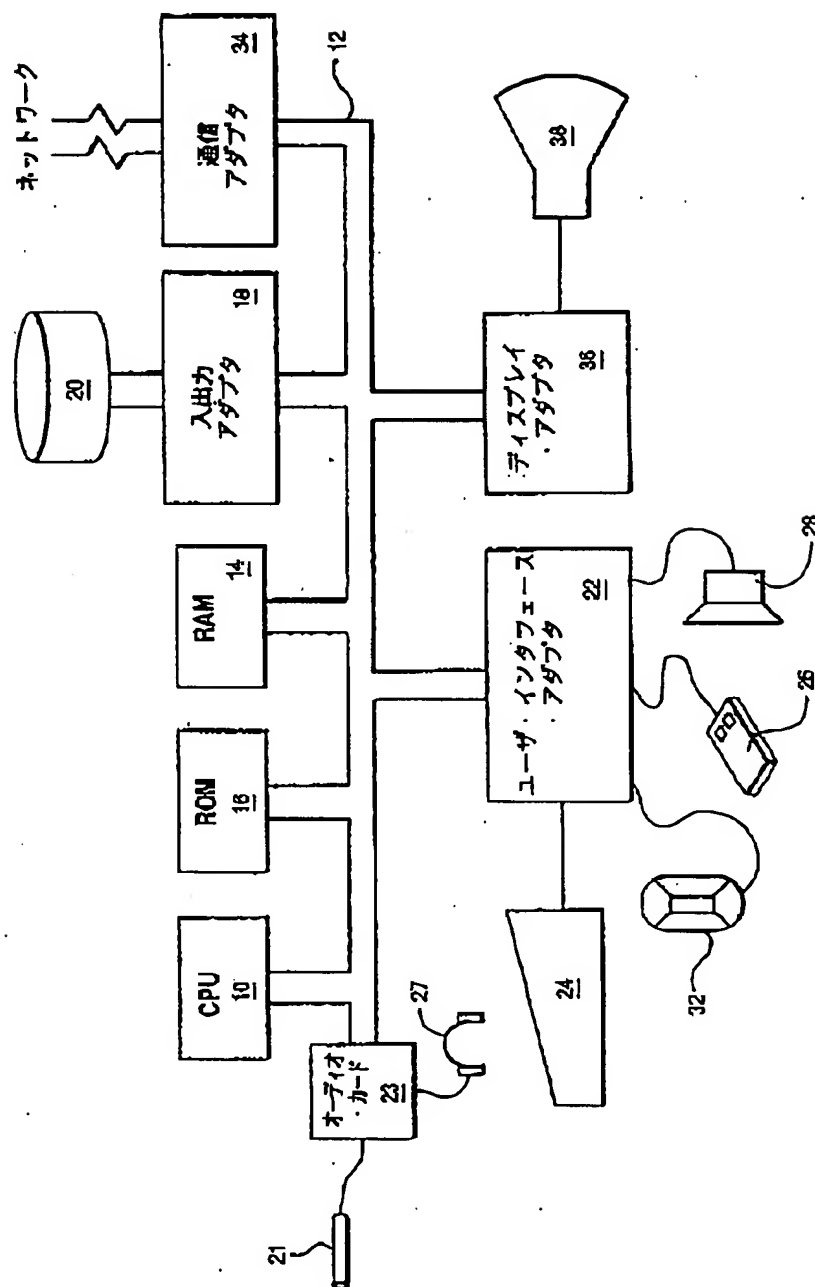
【図11】



(11)

特開平6-175817

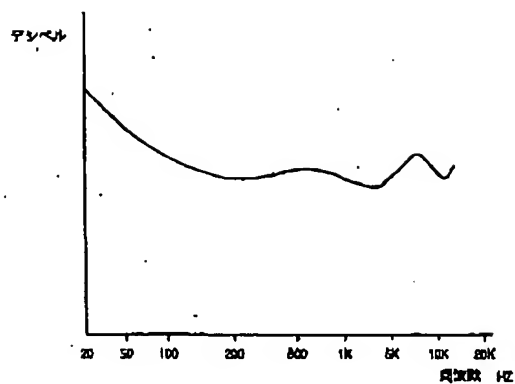
【図1】



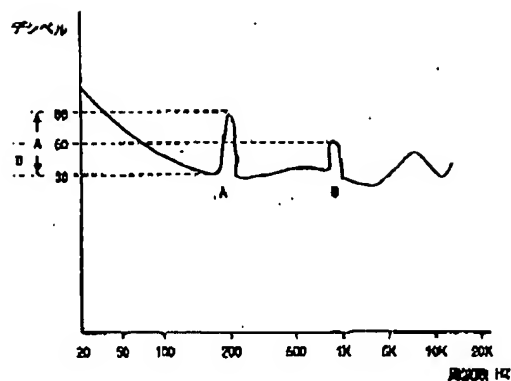
(12)

特開平6-175817

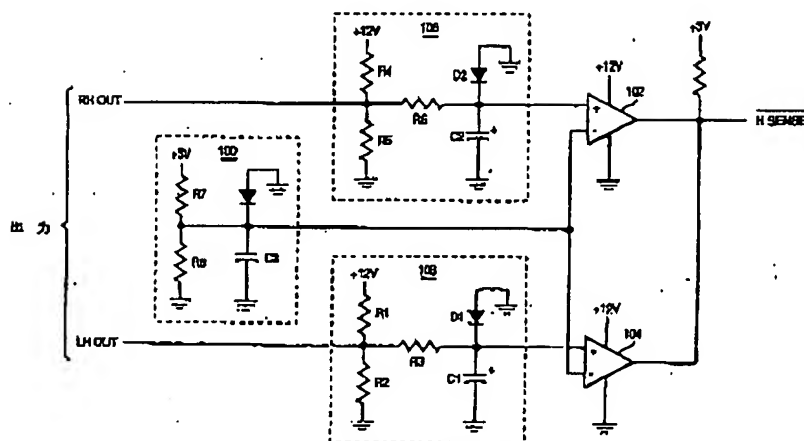
【図2】



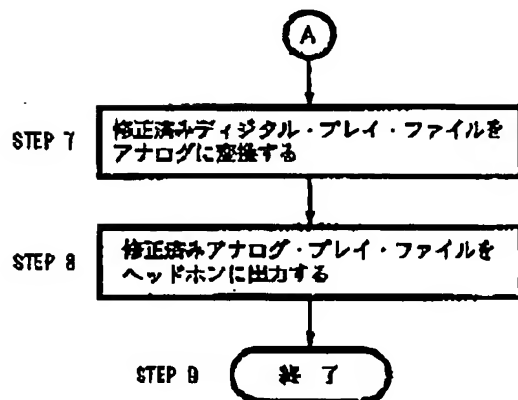
【図3】



【図4】



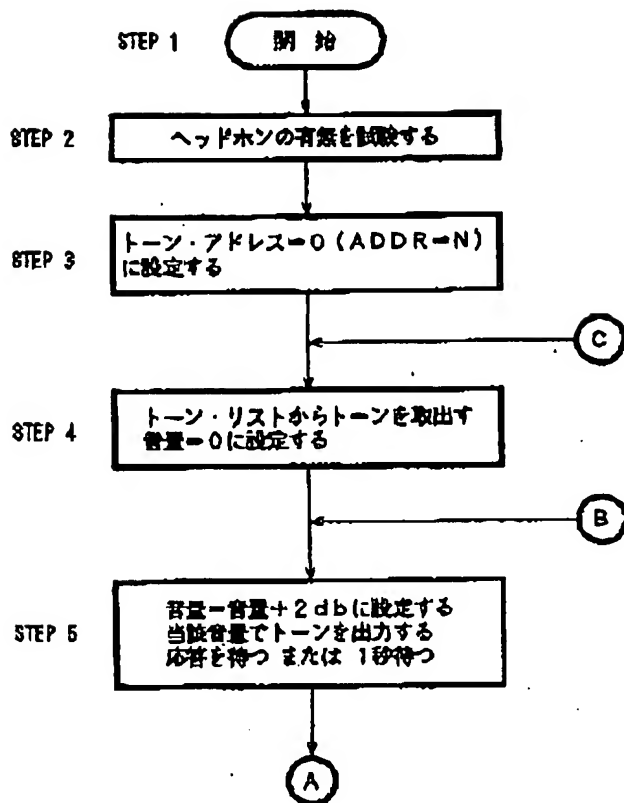
【図9】



(13)

特開平6-175817

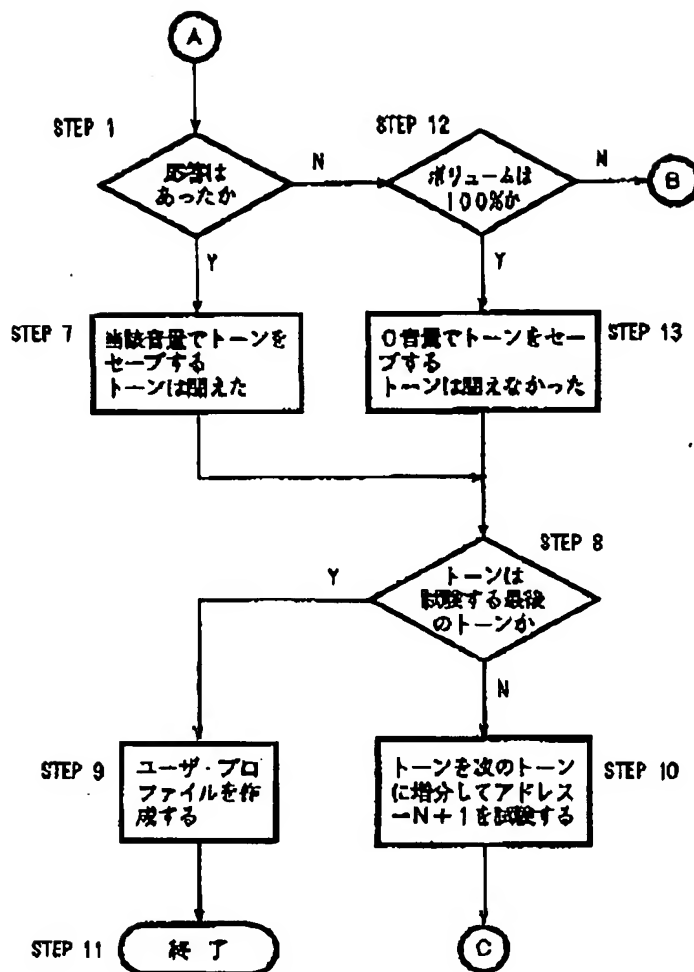
【図5】



(14)

特開平6-175817

【図6】

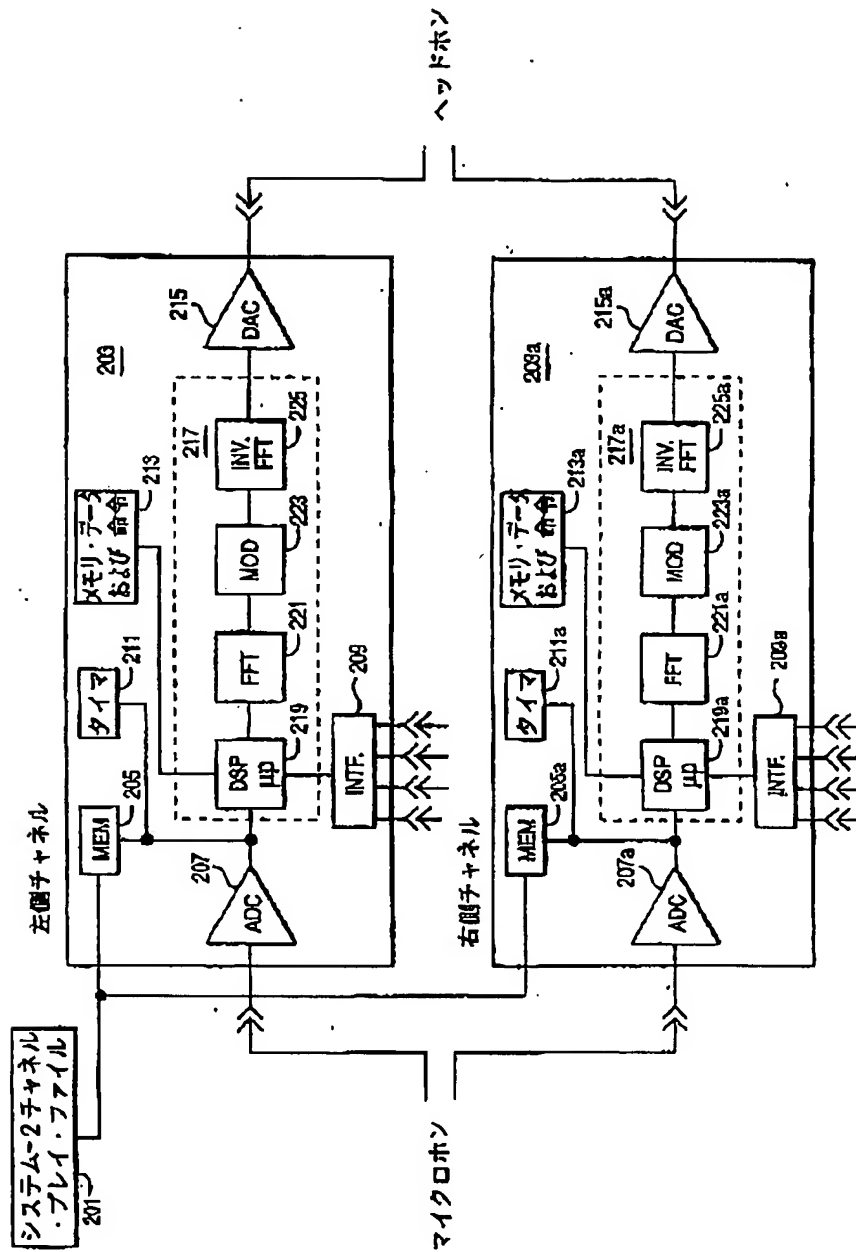




(15)

特開平6-175817

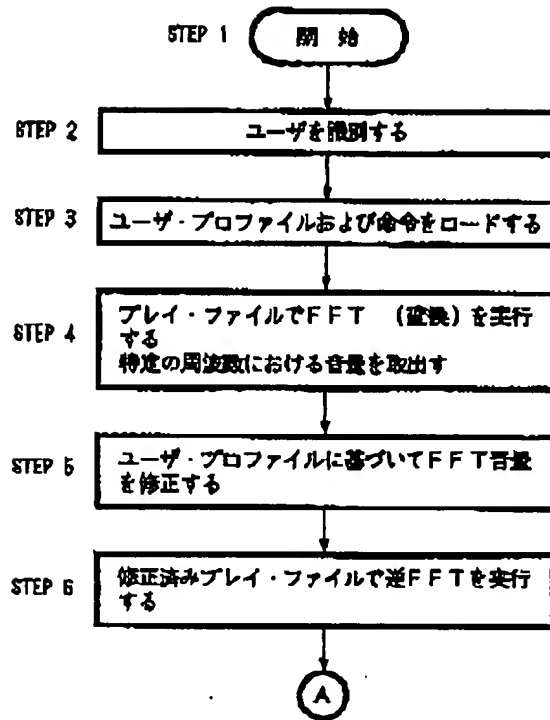
【図7】



(16)

特開平6-175817

【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 ジェームズ・アーサー・ブルーアー  
アメリカ合衆国78641、テキサス州リアン  
ダー ノース・リム・ドライブ 18002

(72)発明者 ポール・ロバート・ハパーメール  
アメリカ合衆国78681、テキサス州ラウン  
ド・ロック オークリッジ1503

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] Generally this invention relates to the multi-media system which identifies and amends a user's hearing loss. If it furthermore says to a detail, a hearing trial will be performed to a user and a user will identify the tone which is not recognized normally. Next, the output of a multi-media system is compensated based on each hearing profile of a user.

[0002]

[Description of the Prior Art] There are many people who have a failure in hearing, i.e., the capacity to distinguish voice. There is a corporal or medical cause in these failures, consequently it becomes impossible generally, to recognize the voice of the fixed range. Usually, these failures can be amended, if sound level (sound volume) is raised unless hearing is lost completely. Therefore, the hearing aid with which many men put into a lug and make voice amplify is worn. Since hearing is lost gradually, he does not notice hearing loss in many cases until a failure advances considerably. Even if a young child has a failure in his hearing, he may not notice it in many cases, consequently the results of a school may worsen. Such a child may be unable to catch normally what a teacher speaks about for the hearing loss to the audio frequency of the specific range.

[0003] Usually, a hearing trial is given to those who wish to work in the office where noise level is high. Moreover, a hearing trial is performed also when hearing loss occurs for an advanced age, accident, etc. These hearing trials are used and it is determined how hearing aid should set up that it is the need and hearing aid.

[0004] For example, U.S. Pat. No. 3809811 and No. 4321427 have indicated the equipment and the approach for performing a hearing trial. U.S. Pat. No. 4953112 is the software model of hearing aid, and the hearing aid itself examines a user on various conditions too, without using it. U.S. Pat. No. 4768165 is a system for controlling an audiometer file and enabling amendment of hearing aid. Similarly, U.S. Pat. No. 4489610 is also a computerization audiometer, a test data is analyzed, and the program showing the amount of amendment required for a test subject is created. Furthermore, hearing aid is set up so that the voice which received may be amplified within a fixed frequency band using this program. That is, the response of the hearing aid to the voice which received is adjusted using a computer program.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Current and multimedia computer system are used in many environments, such as a classroom and vocational training. It is very convenient if the multi-media system which can judge whether trouble may be caused or not is in whether it examines and a student has the failure of hearing in a classroom environment especially, and study. A teacher can be told, if this information is used, and a certain student is sat on the front row and it is necessary to make it the talk often heard. Moreover, by trial, a software user profile can be created, this software user profile can be used, the output of a multimedia presentation can be compensated according to a specific student's profile, and the perfect multimedia effectiveness can be acquired now.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In contrast with a Prior art, the voice output of a multi-media system is compensated so that a user may distinguish a tone easily and this invention can utilize all the effectiveness of a multimedia program.

[0007] The system and approach for detecting and amending the problem of a test subject's hearing are used. First, the hearing trial generated by the multi-media system is performed to a test subject. Next, the audio frequency it was proved that it is that a test subject's hearing is declining is appropriately increased using the result of a hearing trial. Moreover, in the case of a classroom environment, a test subject or a teacher can also use the result of a hearing trial.

[0008] Speaking generally, a test subject's beginning the hearing test program which outputs a tone to the left of 1 set of headphone, or a right channel (it corresponds to a left ear or a right ear) from very low sound volume. Although the tone outputted constitutes the whole tone voice trial range, it is chosen

from the list put in order at random so that a test subject could not predict the following tone. By a unit of 1 time, using it a total of 2 times can also create a single list to lugs on either side, combining a tone at random, and it can also use a list for it for both lugs. A test subject answers a tone using the input unit connected to multi-media systems, such as a keyboard, a mouse button, and a touch screen. When a system does not receive a response in the back predetermined time amount to which the tone was outputted (for example, 1 second), sound volume is increased slightly. This is continued until a test subject answers, or until sound volume reaches the maximum level. Next, the test result about a specific tone is saved and sound volume is reset by the minimum level. Then, the following tone is outputted, and a process is continued until a trial is completed.

[0009] Completion of a hearing trial creates the user profile which offers the offset multiplier of each examined frequency range. Usually, an offset multiplier has the addition-property to increase sound volume, in order to compensate hearing loss. Since the fixed tone is unpleasant for a test subject, a tone must be decreased and offset may become negative. In such a case, the voice output of multimedia computer system is corrected on real time using the offset multiplier of a user profile. By correction of a multimedia output, a user can hear a program clearly, can understand it and can experience it.

[0010] Therefore, if it combines with future explanation and an accompanying drawing and inquires based on the outline of above-mentioned this invention, the purpose of this invention, the description, and an advantage will become clear at this contractor.

[0011]

[Example] The typical data processing system which can be used for drawing 1 with this invention is shown. Arithmetic and program control (CPU) 10 can be set to one of the Intel (Intel) X86 processors. CPU10 interconnects in other components of various kinds of with a system bus 12. It connects with CPU10 through a system bus 12, and read-only memory (ROM) 16 contains the basic input/output system (BIOS) which controls basic computer ability. Random access memory (RAM) 14, an input / output adapter 18, and a communication adapter 34 also interconnect in a system bus 12. An input / output adapter 18 can be used as the small computer system interface (SCSI) adapter which communicates with disk storage 20. A communication adapter 34 interconnects a system bus 12 with the external network where data processing system enables it to communicate with such other data processing system. An I/O device is also connected with a system bus 12 through the user interface adapter 22 and a display adaptor 36. A keyboard 23, a track ball 32, a mouse 26, and a loudspeaker 28 interconnect in a system bus 12 through the user interface adapter 22 altogether. The display monitor 38 is connected to a system bus 12 by the display adaptor 36. Furthermore, the audio cards 23, such as an audio conversion adapter (MACPA) marketed from IBM, are interconnected in a system bus 12, and alien-system I/O, such as voice input which led the microphone 21, and a voice output to headphone 27, is offered. Please care about that far bigger voice capacity than the capacity offered by the user interface adapter 22 is acquired with the audio card 23. For example, the audio card 23 offers not MONOHO nick sounds generated through a loudspeaker 28 by the user interface adapter 22, such as a beep sound, but two-channel (stereo) I/O. Furthermore, the audio card 23 contains the digital signal processor (DSP) which can process the digitization sound signal in real-time application. The audio card 23 is explained to a detail with reference to drawing 7 later.

[0012] The graph of the hearing range where an average person's loudness level is equal to drawing 2 is shown. A frequency is plotted along with the X-axis and sound volume or a frequency is expressed to the Y-axis. Please care about that the sound volume about people with the usual hearing changes as a frequency changes from about 20 HZ(s) to about 20kHz of maxes in a graph. Although each people's "standard" loudness levels of sound to the tone of needless to say and various frequencies differ every only, drawing 2 expresses what summarized statistically the various hearing trials and the researches which were done in order to create the "average" hearing range.

[0013] In contrast with this, drawing 3 is the graph of those who have hearing loss to the fixed tone of a specific frequency. For example, the test subject of the graph of drawing 3 needs to care about having hearing loss by about 200Hz and 1kHz. Please care about that it is still more specifically considered at the time of 100% of the value plotted on the curve that the threshold of hearing is normal (the cases of

1kHz are also about 35 db(s) at this example also for the case of 200Hz), Point A expresses 200Hz hearing loss, and Point B expresses a 1kHz failure. The rate which the man's hearing is insufficient or is strong on various frequencies by the hearing trial which followed those who exist in order to create the graph of drawing 3 is also called for. If it says simply, by the trial, the tone sound volume (decibel unit) which is a specific frequency is inputted, and the increment of the sound volume is carried out until a user reacts that the tone was able to be heard. It is known by the average person that tone can be heard to 100% of sound volume at the time of a certain rate (it usually expresses per decibel) (on given frequency). For example, when a test subject not reacting, but reacting by 40db(s) if it is an average person is known until a loudness level of sound is set to 50db(s), 10db is the amount of the hearing loss about the tone of a given frequency. Therefore, it can ask for a hearing compensation multiplier based on this sound-volume failure. A hearing compensation multiplier is equal to the decibel ratio which divided into the normal user by the amount level of audible sound the sound volume of the tone which the test subject actually heard. Namely, a hearing multiplier = it is the sound volume of the sound volume/average which was able to be heard. A decibel is a logarithmic function and it is an actual ratio (please care about becoming  $10 \exp(\text{sound-volume}/20)$  which was able to be heard)/( $10 \exp(\text{normal sound volume} / 20)$ )). In the person presupposed that it has "normal" hearing by trial in this example, a hearing compensation multiplier is equal to 3.16 (in order for a user to ask for the loudness level of sound which actually reacted, it is necessary to apply the loudness level of sound to which an average user answers this value). If these hearing compensation multipliers serve as a bigger value than 1 and the loudness level of sound of a given input frequency is applied to this, sound volume will increase only a complement to making a loudness level of sound be equal to normal 100% hearing of the specific input frequency. This method of judging hearing loss is explained to a detail, referring to the flow chart of drawing 5 and drawing 6. It asks for the rate of the hearing loss of the test subject in various frequencies, subsequently real-time correction of the play file in a multi-media system is made, a user can fully utilize a multi-media system, and this invention offers the system and approach for not receiving the limit by hearing loss.

[0014] In order to provide a user with an exact trial, 1 set of quality headphone are required of the multi-media system of this invention. Therefore, it can be used as an initial step of a hearing loss trial of the detector of drawing 4, and 1 set of suitable headphone 27 can be interconnected in a multi-media system.

[0015] In case headphone are connected to the multi-media system which usually uses a loudspeaker output especially, there is a problem. There may be no indicator in which using headphone instead of a loudspeaker is shown with a multi-media system. For this reason, a signal with the big amplitude is outputted to headphone, and since there is a possibility that sound pressure level may become high, risk may occur in a safety aspect. If the classes of headphone differ, responses also differ, respectively. That is, a loudness level may change by the type and the brand on various frequencies. For this reason, it is necessary to proofread a hearing trial according to the specific class and specific brand of headphone. It is possible to create the proofreading file for the headphone of the brand currently used widely, and to include it as a part of this invention. However, since it is the impossible to create the proofreading file for all headphone marketed, in this invention, the test function which judges whether compatible headphone are connected to the multi-media system has been included. Therefore, the loudspeaker backward acting device on a multi-media system (RHout and LHout) was too high, and was judged to offer the maximum effective (RMS) electrical potential difference which cannot be treated by most headphone. The solution over this problem is a headphone sensor circuit shown in drawing 4. This headphone sensor circuit will detect it, if 1 set of headphone are inserted, and it reduces sound volume automatically by restricting the maximum power output obtained from the amplifier for each channels.

[0016] The two same circuits for each channels (left-hand side and right-hand side) are shown in drawing 4. MONOHO nick headphone or stereo headphone is detectable using these circuits. (It has the value of about 18k $\Omega$  thru/or 27k $\Omega$ , 22k $\Omega$ , or 33k $\Omega$ , respectively) The source reference voltage circuits 100 with a capacitor (the range of 0.1 micro F thru/or 0.5 micro F) C3 of common are indicated to be resistors R7 and R8. A reference potential is 3V, and this RC circuit is used in order to

set up a threshold voltage level to a negative input on the right channel comparator 102 and the left channel comparator 104. Comparators 102 and 104 are marketed [ model / LM339 ]. The channel headphone connector of the right and the left is combined with the forward input of the right channel comparator 102 and the left channel comparator 104 through number RC circuits 106 and 108 of Hirotohi, respectively. Number RC circuits 106 and 108 of Hirotohi function as a filter, and it prevents that a sound signal makes the detecting circuit of drawing 4 malfunction. Usually, when headphone do not interconnect in a detecting circuit, forward comparator input voltage remains exceeding reference voltage (provided by the source reference voltage circuit 100 of common), therefore a comparator outputs negative active signal Hsense (headphone detection), and a high level can be maintained. On the contrary, if a headphone set is inserted in a detecting circuit and connected, the electrical potential difference in the forward input of comparators 102 and 104 falls from reference voltage, and by it, the output (Hsense) of comparators 102 and 104 will also follow a voltage drop, and will be set to a low. [0017] Furthermore, a headphone detecting circuit has a power source and the bias point which exists in the middle of the earth in a detail in the forward input to a comparator (between a power source and touch-down). In the circuit shown in drawing 4, 12V exist between a power source and the earth (i.e., between the both ends of comparators 102 and 104), therefore a bias point becomes 6V. This bias voltage brings about a means to detect it, when 1 set of headphone are not connected to the detecting circuit. It is because the supply voltage impressed to a comparator is maintained by the midpoint (for example, 6V). However, if headphone are connected, the input voltage of a comparator will be divided into less than [ 0.7V ] by the low impedance (about 600ohms) of headphone (headphone existing and twisting in contrast with the off condition at the time). Therefore, since the input voltage of 0.7(it exists when headphone exist) V is lower than 6(it exists when headphone do not exist) V, activation of the Hsense signal is carried out and existence of headphone is detected.

[0018] The flow chart of drawing 5 and drawing 6 is a process step used in order to detect a user's hearing loss by this invention. A process begins at step 1, and the existence of headphone is examined as step 2 described the circuit of drawing 4 previously. At step 3, a trial system sets a tone file address pointer as zero. That is, a system is initialized effectively. A tone file is a list of tones which constitute a hearing trial, and contains the tone which it is outputted by the right channel or the left channel, and can be put in order at random as mentioned above. Using a list twice (it being by a unit of 1 time to each channel) can also create a single two-channel list combining the tone for both channels, and it can also use the tone on a list only once. At step 4, the 1st address for the 1st tone in a file of a system is taken out. Next, a tone is received from a tone file. Moreover, the initial sound volume of the received tone is set as zero at step 4. Next, a tone is outputted to one channel with sound volume equal to initialization sound volume (zero). This initialization sound volume is the edge of noise level (it dissociates clearly with the noise of a background and a tone can be heard) in fact. For example, when noise level is 10db (s) thru/or 30db(s), in order for the signal-to-noise (S/N) ratio to use the system of 76db(s), and to compensate the range of a noise level top, sound volume is started from 30db(s). Sound volume will be set to the greatest 106db(s) if S/N ratio 76db is added to the first sound-volume 30db. The threshold of dysphoria and pain is usually the range of 120db thru/or 140db(s). At step 5, carrying out the increment of every 2 dbs of the sound volume by this invention, is continued until a user reacts. For example, 30db (s) and future level are set to ... and 106db (max) for an initial loudness level of sound 36 db 34 db 32 dbs. That is, it is referred to as sound-volume = sound-volume (first stage) +2db. Therefore, in this example, if the initial loudness level of sound of 30db and the last loudness level of sound of 106db(s) are included, a different loudness level of sound which can be used for a trial of a user (test subject) exists a total of 34 times. Therefore, drawing 3 shows that the lack of sound volume of the user in the point B of a graph is 50db-36db=14db. Similarly, sound-volume loss of the test subject in Point A is 66db-36db=30db.

[0019] Furthermore, in this invention, a decibel is used as a scale at the time of asking for a frequency, i.e., a tone. In the desirable example of this invention, a tone is generated every 1/3 octave, and is computed by hanging the cubic root of 2 on an octave start frequency. Therefore, the tone memorized by Thon Liszt serves as range from about 31.25Hz to 20.159kHz. Use of this Thon selection approach

generates 28 sorts of Thon on an increment frequency as mentioned above. 28 sorts of Thon is used (he is Thon of 56 by every 1-time sum total to a left ear and a right ear), and a trial can be managed with less than (about 28 minutes) 30 minutes if it assumes that it takes 30 seconds to examine each tone (this time amount includes user reaction time and the time amount which takes Thon to carry out an increment at various loudness levels of sound). Of course, when a test subject has a handicap in two or more frequency ranges, a trial takes time amount longer than this. Similarly, a test subject's hearing is very sharp, and when reacting on the level which the usual man does not hear, a trial can be ended rather than this in a short time. In case the time amount of this hearing trial examines a young child especially, it is very important. It is because a test subject's attentiveness and concentration will decline if a trial takes time amount too much. After outputting Thon with specific sound volume, a system waits for the reaction of the test subject from an I/O device in use for about 1 second (or other suitable time amount). When it judges whether the response was received from the test subject and receives in the specified time amount at step 6, it progresses to step 7. However, when a response is not received from a user, a system progresses to step 12 and a loudness level of sound judges whether it is the maximum level. When judged with sound volume not being max at step 12, 2db increment of return and the sound volume is carried out to step 5 at a pan. These repetitive steps are continued until it receives a response from a test subject or sound volume reaches 106db(s) in Maximum Permissible Level, for example, the upper example. The sound volume corresponding to the Thon frequency and it by which it is shown by the user input that the response was received is saved to a user profile (step 7). When a test subject did not hear Thon and it is judged at step 12, the Thon frequency in an initial loudness level of sound is saved at step 13. Please care about that Thon shows the user that it is not audible at all with that specific test frequency by Thon of 100% of sound volume when there is no reaction, a multi-media system cannot be compensated with this invention, and a user cannot be supported in this frequency range. It judges whether Thon under current trial is Thon of the last of the Thon file in a hearing trial process following step 7 and step 13. When it is the last Thon, it progresses to step 9 and the user profile which consists of the Thon frequency and a loudness level of sound is created. Please care about that each (outputted to both a right channel and a left channel) tones in the Thon file have one item of sound volume with Thon at a user profile. This user hearing profile table contains the accumulated data containing the offset multiplier of each examined frequency range of the whole test. For example, when a failure is in a user's hearing to specific Thon within the limits of this, an offset multiplier is forward and the addition multiplier for including in the profile for these frequencies is generated. When using the above-mentioned approach, speaking still more concretely, the average reaction to a specific frequency range is the loudness level of sound of 36db(s). The aforementioned equation is used when a user reacts with the loudness level of sound of 66db(s). The loudness level of sound which should react to the multiplier (namely, value which divided  $10 \exp 66/20$  by  $10 \exp 36/20$ ) of 31.6 if it is an average user must be applied, and a user's hearing loss in the frequency must be compensated. A process is completed at step 11 after creation of a user profile. However, at step 8, when judged with Thon under trial not being Thon of the last of the Thon file, it is step 10, and the increment of the Thon address pointer is carried out, next Thon in a file is examined (new tone address = the present tone address +1, address =N+1), and a hearing trial process takes out return and new Thon to step 4.

[0020] Drawing 7 is the block diagram showing the component which needs to be included on the audio card 23 of this invention, in order to correct a multimedia play file so that a user's hearing loss may be compensated. The two same circuits for the stereo channels of right and left on a multimedia audio card are still more specifically shown. Please care about having both components with the same circuit and the same functions in the same form. Therefore, only one circuit is explained to a detail. Probably, two circuits 203 and 203a of consider [ it / that it is the same ] will be clear to this contractor. Furthermore, the component of Circuits 203 and 203a will be shown with the same reference number. However, "a" is added to the circuit and component showing a right-hand side channel.

[0021] In case sound recording of raw music, processing, magnification, etc. are performed, when processing an analog signal using an audio card, the stereo microphone 21 inputs an analog sound signal into the left-hand side circuit 203 and right-hand side circuit 203a like, respectively. Each signal is



received by analog-to-digital converters (ADC) 207 and 207a, respectively, and is changed into a digitization sound signal.

[0022] In the desirable example of this invention, the contents of the multimedia play file 201 are inputted into the audio card 23 for processing. This play file can consist of digital speech information of others which are a part of music, voice text, or multimedia presentation. Especially, by this invention, since it supplements with the contents taught by the teacher, the interactive voice educational program with the need of replying to the question of specification [ a student ] is considered. The multimedia play file 201 is inputted and it is stored in Memory 205 and 205a. Such memory is RAM and is used as a buffer for storing, before processing digital play file information. While Timers 211 and 211a exist and adjusting loading of the play file data from the memory to the digital signal processors (DSP) 219 and 219a, overall adjustment of speech processing is performed. In order to simplify explanation, please care about having shown two digital signal processors one [ at a time ] at each channel at drawing 6. However, if it is this contractor, he can offer the processing facility for the channels of both right and left by single DSP, and can understand that the approach of this single DSP is also included in the range of this invention.

[0023] The additional memory 213 and 213a is RAM. Such memory is [ the user profile data which was loaded by the system and obtained by the hearing trial by the system of this invention, and ] DSPs in order to carry out this invention. Since 1 set of instructions loaded to 219 are stored, it is used. For example, the additional memory 213 and 213a equipped the object for profile data, and the instruction with the separate load possible area, two individual memory (above) which a single memory unit is sufficient as, or was connected to juxtaposition, such as a chip, is sufficient as it. Reference numbers 209 and 209a express the interface which can receive the input from the audio source of a musical instrument or others while outputting the voice data processed by DSP. In this invention, Interfaces 209 and 209a can also be offered using a musical instrument digital interface (MIDI).

[0024] The digital signal processors 219 and 219a are numerical calculation core microprocessors essentially like model TMS320C51 marketed from the Texas INSU torr face company. These microprocessors must be high speeds comparatively so that a play file can correct on real time according to profile data. That is, the play file data inputted into DSP must be equal to the data outputted from DSP. Although delay occurs and an output is in sight of a user on a display screen in a multimedia environment when not equal, the voice data which corresponds until fixed time amount passes can cease to be heard. Please care about that what kind between a video outlet and a corresponding voice output of delay is not accepted, either in a multimedia environment.

[0025] This invention can be carried out by the software which controls actuation of DSP by the instruction added to 1 set of instructions which control the usual actuation of DSP. There are the fast-Fourier-transform functions (FFT) 221 and 221a, the modify feature of the play files 223 and 223a, and inverse Fourier transform operations 225 and 225a in the function offered with an instruction of these additions. These functions are shown in the order carried out by drawing 6. At the time of actuation, the instruction from memory 213 orders so that FFT may be performed to play file data to DSP. Fundamentally, an FFT operation disassembles voice data into the component frequency which constitutes a more complicated signal, and creates Liszt of the frequency (Thon) which exists in the voice data of a play file. Furthermore, FFT Liszt contains the sound volume of each tone ( drawing 8 ). That is, FFT is contained in the play file 201 and offers Liszt of the frequency of each tone memorized by Memory 203 and 203a, and magnitude. Please care about that an FFT operation is essentially what changes the sample of a play file into frequency domain data. By this invention, other methods of changing play file data into a frequency component are considered. For example, it turns out that the approach of taking out a frequency component using a small wave (wavelet) shows a good result. This approach is another desirable example of this invention.

[0026] In this invention, generation of FFT for play file data corrects data so that a user's hearing loss may be compensated ( drawing 8 and drawing 9 ). As mentioned above, the profile data in memory 213 contains the multiplication factor in each tone which has a failure in a user's hearing. Subsequently, DSP compensates hearing loss by fluctuating the sound volume outputted on the specific frequency in which

a failure exists. In other words, only an amount with the sound volume of Thon in whom hearing loss exists equal to the addition multiplier determined at the time of the hearing trial explained about drawing 5 and drawing 6 above is amplified.

[0027] Next, in order to make the first FFT reverse and to return data to a format of a normal hourly base, an inverse Fourier transform operation is performed to a play file. Now the corrected play data can be outputted, and the voice level corresponding to Thon who has a failure in a user's hearing is increased namely, amplified by DSP. This FFT operation 221, a modify feature 223, and the inverse Fourier transform operation 225 are carried out on real time. That is, all of these functions act on Thon from whom it differs in a play file at coincidence. Therefore, a user does not recognize that the voice output is corrected. However, a test subject can catch now a multimedia voice presentation (play file) more clearly.

[0028] After play file data is corrected and is again changed into a standard digital format by FFT Liszt, it is inputted into digital to analog converters 215 and 215a. A digital to analog converter 215 changes a corrected digital play file into an analog signal, and a test subject comes to hear an analog signal through headphone 27 after that.

[0029] Drawing 8 and drawing 9 are the flow charts showing the process used in order to correct the multimedia play file 201 by this invention. As mentioned above, this process is carried out by software, and just before digital play file data is outputted to a digital to analog converter 215, it is performed. In a correction process, the frequency range of output data is determined and a multiplication factor is found from a user profile table. Next, only a suitable amount corrects the voice of each voice range under trial in a hearing compensation process if needed. As shown and mentioned above to drawing 7, this process can act on coincidence to a channel on either side. Generally, in this process, after carrying out the direct scaling of the input frequency data, change into the time amount domain for an output, or each trial frequency range is made to carry out the band pass of the input time amount domain signal, according to a test subject profile table, offset or a frequency range which is different after carrying out a scaling is again combined for an output, or a band pass output is mixed.

[0030] A process begins at step 1 and a user is identified at step 2. Next, user profile data and an instruction are loaded to DSP219 from RAM213 at step 3. Next, at step 4, an FFT operation is performed to play file data, and the sound volume in a specific frequency is taken out. At step 5, the sound volume in a specific frequency is corrected according to test subject profile data. For example, in the audio frequency range from 4.0kHz to 5.04kHz, a test subject should react until sound volume was set to 40db(s). A user's normal reaction in this Thon occurs, when sound volume is set to 10db(s) (this sound volume changes according to Thon's frequency). Therefore, offset or addition multiplier of this range serves as a value which hung 31.6 (it computed before) on 20db (30db-10db), and it is decided based on the loudness level of sound which hung 31.6 that the sound volume in this specific range of this specific user will be a normal user's sound volume. The frequency range where a user reacts with the loudness level of sound with which a test subject reacts "normally", namely, it is considered statistically that he is "normal" is that from which an addition multiplier becomes zero (or a multiplication factor is set to 1), and passes through the audio card 23 and Circuits 203 and 203a, without being changed.

[0031] At step 6, an inverse Fourier transform operation is performed to a play file including corrected Thon and Thon who is not corrected [ to which the user reacted normally ], and data are returned to a digital voice format. Next, signed-off Mino play file data is changed into analog data from digital data by DAC215 at step 7. The hearing loss compensation process of this invention is fundamentally completed at this point, and the corrected play file of analog format is sent to headphone 27 from DAC215 (step 8). Next, a process is progressed and ended to step 9.

[0032] Please carry out this invention described by drawing 5, drawing 6, drawing 8, and the process shown in drawing 9 by software, and care about that it is storable on computer read possible media, such as disk storage 20 of drawing 1. It will be understood by this contractor that a hard drive, a tape, a floppy disk drive, etc. are contained in disk storage 20. Furthermore, this invention can be too shown in drawing 1, and can also be stored in RAM14 and ROM16 which were explained above.

[0033] Drawing 10 is a graph showing audio play file data before making the correction by this invention, after performing FFT. Thon's frequency range in a play file is shown on an axis of ordinate (the frequency of 50Hz, 200Hz, 1kHz, 10kHz, 15kHz, and 20kHz is illustrated), and, specifically, the sound volume in each frequency is expressed with the line extended on the right from the specific frequency. As the die length of a line is proportional to sound volume, for example, a line becomes long, a loudness level of sound becomes larger. In this example, it shall be judged with a user's hearing being with obstacles by 50Hz, 200Hz, 1kHz, 10kHz, and 15kHz. Furthermore, the addition multiplier corresponding to each of these frequencies is called for by the hearing trial of this invention as mentioned above. Drawing 11 is the same graph after correcting play file data by this invention. Speaking still more concretely, increasing the sound volume in an above-mentioned frequency, and compensating a test subject's hearing loss, as reference mark "AF" shows. Following this compensation, as mentioned above, play file data is changed from an FFT format, and is outputted to a test subject through headphone.

[0034] Although some desirable examples were shown and being explained, it will be understood that much modification can be added without deviating from the range of this invention.

[0035] Hereafter, the embodiment of this invention is shown.

- (1) How to correct the voice output of computer system characterized by including the step which determines a user profile, the step which corrects the voice output of said computer system based on said user profile, and the step which provides said user with said corrected voice output based on the hearing of the user of computer system.
- (2) An approach given in (1) to which the step to which said decision step provides said user with at least one Thon, and said at least one Thon are characterized by including the step which receives the input from said user when it is the amount level of audible sound at said user, and the step which carries out the increment of said at least one sound volume of Thon until it receives the input from said user.
- (3) The step which saves said at least one Thon further with a loudness level of sound when a user hears at least one Thon for the first time, The step which computes an offset multiplier based on a loudness level of sound when said user hears said at least one Thon, An approach given in (2) characterized by including the step which creates said user profile containing two or more Thon range, the loudness level of sound to which it corresponds when a user hears said at least one Thon, and the offset multiplier corresponding to said two or more Thon.
- (4) The step at which said correction step stores said user profile on said computer system, The step which stores at least one audio play file on said computer system, The step which changes audio Thon in said play file into sound volume and a corresponding frequency, An approach given in (3) which adjusts said sound volume with said offset multiplier, and is characterized by including the step which creates the play file containing sound volume [ finishing / correction ] according to said user profile.
- (5) The approach of the publication by (4) to which said offer step is characterized by including the step which changes said corrected sound volume of corrected audio Thon, the step which stores said corrected audio Thon in said play file, and creates a corrected play file, and the step which outputs said corrected play file for [ said ] users.
- (6) An approach given in (5) characterized by said step which determines a user profile containing the step which examines whether headphone exist in said computer system.
- (7) The system for correcting the voice output of computer system characterized by having a means to determine a user profile, a means to correct the voice output of said computer system based on said user profile, and a means to provide said user with said corrected voice output, based on the hearing of the user of computer system.
- (8) A system given in (7) to which a means by which said decision means provides said user with at least one Thon, and said at least one Thon are characterized by having a means to receive the input from said user when it is the amount level of audible sound at said user, and the means which carries out the increment of said at least one sound volume of Thon until it receives the input from said user.
- (9) A means to save said at least one Thon further with a loudness level of sound when a user hears at least one Thon for the first time, A means to compute an offset multiplier based on a loudness level of

sound when said user hears said at least one Thon for the first time, A system given in (8) characterized by having a means to create said user profile containing the loudness level of sound to which it corresponds when a user hears two or more Thon and said at least one Thon for the first time, and the offset multiplier corresponding to said two or more Thon.

(10) A means by which said correction means stores said user profile on said computer system, A means to store at least one audio play file on said computer system, A means to change audio Thon in said play file into sound volume and a corresponding frequency, The system given in (9) which adjusts said sound volume based on said offset multiplier, and is characterized by having a means to create the play file containing sound volume [ finishing / correction ] according to said user profile.

(11) The system of the publication by (10) to which said offer means is characterized by having a means to change said corrected sound volume of corrected audio Thon, a means to store said corrected audio Thon in said play file, and to create a corrected play file, and a means to output said corrected play file for [ said ] users.

(12) A system given in (11) characterized by equipping said means to determine a user profile with a means to examine whether headphone exist in said computer system.

(13) The computer program stored on the computer read possible medium for controlling computer system by correcting the voice output of computer system which examines the user of computer system and is characterized by having a means to determine a user profile, a means to correct the voice output of said computer system based on said user profile, and a means by which said user is provided with said corrected voice output, based on a user's hearing.

(14) A computer program given in (13) to which said at least one Thon is characterized by having the means which carries out the increment of said at least one sound volume of Thon until said trial means thinks the input from said user to be a means to think the input from said user to be a means by which said user is provided with at least one Thon when it is the amount level of audible sound at said user.

(15) A means to save said at least one Thon further with a loudness level of sound when a user hears at least one Thon for the first time, A means to compute an offset multiplier based on a loudness level of sound when said user hears said at least one Thon for the first time, The loudness level of sound to which it corresponds when a user hears two or more Thon and said at least one Thon for the first time, A computer program given in (14) characterized by having a means to create said user profile containing the offset multiplier corresponding to said two or more Thon.

(16) A means by which said correction means makes said user profile store on said computer system, A means to make at least one audio play file store on said computer system, A means to change audio Thon in said play file into sound volume and a corresponding frequency, A computer program given in (15) which adjusts said sound volume with said offset multiplier, and is characterized by having a means to create the play file containing sound volume [ finishing / correction ] according to said user profile.

(17) The computer program of the publication by (16). [ carry out / as the description / having a means to by\_ which said means to by\_ which said user is provided with said voice output changes said corrected sound volume of corrected audio Thon, a means order so that said corrected audio Thon may be stored in said play file, and make a corrected play file create, and a means output said corrected play file for / said / users ]

[0036]

[Effect of the Invention] Therefore, probably this invention compensates the output of a multi-media system based on a test subject's hearing loss, and it turns out that they are especially useful equipment for a user to help to enjoy and understand a multimedia presentation and an approach. This invention is applicable to education, training, and many multimedia environments. The hearing trial of this invention is very effective when judging whether a schoolboy has the hearing loss which may cause trouble to study again.